

( PN ) Publication number:  
JP 2001091865 20010406

( AN ) Application number:  
JP 11270314 19990924

( ICM ) - :  
G02B 26/08

( ICS ) - :  
B23K 26/06  
H01S 3/00

( PA ) Applicant:  
ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND CO LTD

( IN ) Inventor:  
FUJIWARA TATSUO  
ONO TOSHITAKA  
FUKUTOMI SEIJI

( ET ) English title:  
OPTICAL PATH SWITCHING DEVICE

( AB ) Abstract:

To enable a user to carry out high-speed switching, to hold good position reproduction accuracy and to regulate a swing and tilt position or swing and tilt angle with high accuracy when switching a mirror holder.

This optical path switching device is provided with a can frame 37 which is formed with a can groove 38 and is movable back and forth, an arm 42 which is made turnable by the forward and backward motion of the can frame 37 via the cam groove 38, a gear 44 which is made turnable back and forth together with the arm 42, a gear 27 which is made turnable back and forth by the gear 44, a reflection mirror 26 which is mounted via the mirror holder 25 at a mirror mounting shaft 24 provided with the gear 37 so as to be turnable integrally with the mirror mounting shaft 24, a mirror holder position regulating device which regulates the swing and tilt position in the horizontal direction of the mirror holder 25 when the reflection mirror 26 is switched to reflect a laser beam 48 and a mirror holder angle regulating device which is used to regulate the swing and tilt angle in the vertical direction of the mirror holder 25.

(C)2001,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-91865

(P2001-91865A)

(43) 公開日 平成13年4月6日(2001.4.6)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
G 0 2 B 26/08		G 0 2 B 26/08	E 2 H 0 4 1
B 2 3 K 26/06		B 2 3 K 26/06	Z 4 E 0 6 8
H 0 1 S 3/00		H 0 1 S 3/00	B 5 F 0 7 2

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平11-270314

(22) 出願日 平成11年9月24日(1999.9.24)

(71) 出願人 000000099

石川島播磨重工業株式会社

東京都千代田区大手町2丁目2番1号

(72) 発明者 藤原 遼男

東京都江東区豊洲三丁目1番15号 石川島  
播磨重工業株式会社東京エンジニアリング  
センター内

(72) 発明者 大野 俊孝

東京都江東区豊洲三丁目1番15号 石川島  
播磨重工業株式会社東京エンジニアリング  
センター内

(74) 代理人 100062236

弁理士 山田 恒光 (外1名)

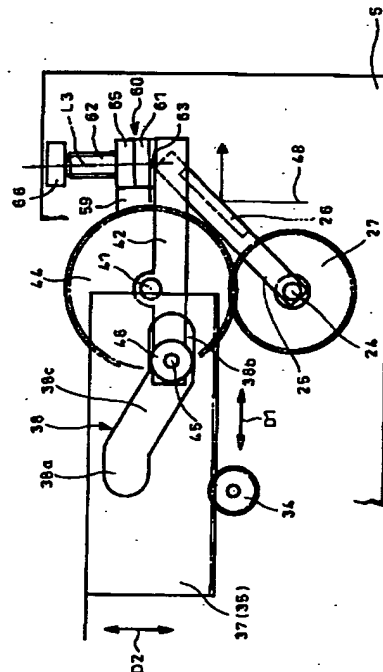
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光路切替装置

(57) 【要約】

【課題】 ミラーホルダを切り替える際に、高速切替、良好な位置再現精度の保持、高精度での偏り位置或いは偏り角度の調整を行い得るようにする。

【解決手段】 カム溝38が形成された往復動可能なカム枠体37と、カム枠体37の往復動によりカム溝38を介し回転し得るようにしたアーム42と、アーム42と共に往復回転し得るようにしたギヤ44と、ギヤ44により往復回転し得るようにしたギヤ27と、ギヤ27が設けられたミラー取り付け軸24にミラー取り付け軸24と一体で回転し得るよう、ミラーホルダ25を介して取り付けられた反射ミラー26と、反射ミラー26がレーザ光48を反射するよう切り替わった際にミラーホルダ25の水平方向の偏り位置を調整するミラーホルダ位置調整装置と、ミラーホルダ25の上下方向の偏り角度を調整するためのミラーホルダ角度調整装置を設ける。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 往復動方向両端部に往復動方向と平行な第一、第二の平行溝部を備えると共に両平行溝部を斜行溝部により繋いで形成されたカム溝を備えた往復動可能な枠体と、該枠体の往復動により前記カム溝に嵌入された案内体を介し往復回転し得るようにした第一の動力伝達体と、該第一の動力伝達体の往復回転により往復回転し得るようにした第二の動力伝達体と、該第二の動力伝達体により往復回転し得るようにした被動力伝達体と、該被動力伝達体が嵌合された軸に片持ち状に取り付けられたミラーホルダに反射面が前記軸の軸線と平行になるよう設けられた反射ミラーと、該反射ミラーがレーザ光を反射するよう切り替わった際に前記ミラーホルダを介して前記反射ミラーの前記軸周方向位置を調整し得るようにしたミラーホルダ位置調整装置とを備えたことを特徴とする光路切替装置。

【請求項2】 往復動方向両端部に往復動方向と平行な第一、第二の平行溝部を備えると共に両平行溝部を斜行溝部により繋いで形成されたカム溝を備えた往復動可能な枠体と、該枠体の往復動により前記カム溝に嵌入された案内体を介し往復回転し得るようにした第一の動力伝達体と、該第一の動力伝達体の往復回転により往復回転し得るようにした第二の動力伝達体と、該第二の動力伝達体により往復回転し得るようにした被動力伝達体と、該被動力伝達体が嵌合された軸に片持ち状に取り付けられたミラーホルダに反射面が前記軸の軸線と平行になるよう設けられた反射ミラーと、前記軸の軸線方向に対する反射ミラーの傾斜角度を調整し得るようにしたミラーホルダ角度調整装置とを備えたことを特徴とする光路切替装置。

【請求項3】 往復動方向両端部に往復動方向と平行な第一、第二の平行溝部を備えると共に両平行溝部を斜行溝部により繋いで形成されたカム溝を備えた往復動可能な枠体と、該枠体の往復動により前記カム溝に嵌入された案内体を介し往復回転し得るようにした第一の動力伝達体と、該第一の動力伝達体の往復回転により往復回転し得るようにした第二の動力伝達体と、該第二の動力伝達体により往復回転し得るようにした被動力伝達体と、該被動力伝達体が嵌合された軸に片持ち状に取り付けられたミラーホルダに反射面が前記軸の軸線と平行になるよう設けられた反射ミラーと、該反射ミラーがレーザ光を反射するよう切り替わった際に前記ミラーホルダを介して前記反射ミラーの前記軸周方向位置を調整し得るようにしたミラーホルダ位置調整装置と、前記軸の軸線方向に対する反射ミラーの傾斜角度を調整し得るようにしたミラーホルダ角度調整装置とを備えたことを特徴とする光路切替装置。

【請求項4】 第一の動力伝達体が固設された動力伝達体取り付け軸に、第二の動力伝達体を、前記動力伝達体取り付け軸に対し相対的に回転し得るよう外嵌し、前記

第二の動力伝達体に、反射ミラーがレーザ光を反射するよう切り替わった際に前記第一の動力伝達体の回転方向とは逆の方向へ、前記第一の動力伝達体を押圧して前記第二の動力伝達体と被動力伝達体との啮合部のガタをなくし得るようにした押圧装置を設けた請求項1～3のいずれかに記載の光路切替装置。

【請求項5】 反射ミラーが取り付けられた軸の両端部に、冷媒を流通させるためのホースが接続されたスィベル継ぎ手を接続した請求項1～4のいずれかに記載の光路切替装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーザ発振器等において、レーザ光の光路を高速で切り替え得ると共に切り替え再現性の位置精度が良好となるようにし、しかも反射ミラーの偏り位置や偏り角度の調整をも高精度で行い得るようにした光路切替装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】レーザ発振器から発振されたレーザ光は溶接装置等のレーザ加工装置へ伝送されて所定の加工に使用されているが、レーザ光の伝送されるレーザ加工装置は、タイムシェアリングシステムによる設備投入効率を向上させるため、運用上複数組設置されるようになって

いる。  
【0003】このため、レーザ光を所定のレーザ加工装置へ伝送するには、レーザ加工装置に対応して設けた複数のチャンネルにレーザ光を伝送し得るよう光路を切り替える必要があり、レーザ光の光路を切り替えるためには、従来から反射ミラーを備えた光路切替装置が使用

されている。  
【0004】而して、光路切替装置の反射ミラーは、当該反射ミラーで反射されたレーザ光が例えばレーザ加工装置における光伝送ファイバの入射部に対し常に正確に入射されるよう、高い切り替え位置精度を要求されている。すなわち反射ミラーは繰り返し切り替えた場合でも高精度の機械的な位置再現性が要求されており、光路切り替え動作の頻度が増加した場合であっても、装置の信頼性を維持するためには、前記した高精度の機械的な位置再現性は非常に重要である。

【0005】従来の光路切替装置としては、平面視で45°に傾いている反射ミラーを反射面が前後進するよう、空圧式シリンダ等の直動機構により並進、移動させて切り替える構造のもの（前者）、或いは反射ミラーをその反射面と平行な方向へロータリソレノイド等の回転駆動機構により回転させて切り替える構造のもの（後者）等がある。

【0006】而して、前者にあっては駆動系にパッキンが使用されているため、繰り返し寿命が短く、又、反射ミラーを前後進した場合の停止は、リニアガイドに設けたボールを外部ストッパに当接させることにより行って

いるため、外部ストッパが摩耗したような場合には、反射ミラーの切り替え位置精度が低下し、しかも、ボールがストッパに当接する際、速度を制御することが難しいため、この点からも反射ミラーの切り替え位置精度が低下する。

【0007】更には、反射ミラーを並進させる際には、同時に複数の反射ミラーがレールによりガイドされるが、レールを支持する軸受間の距離が短いため、軸受の回転時に当該軸受のガタにより生じる振れの影響を押さえるのは困難であり、これも又、反射ミラーの切り替え位置精度が低下する原因となる。

【0008】後者の場合は、反射ミラーの停止精度が必要な場合は、与圧を与えた軸受を介して反射ミラーの切り替え部を軸部に取り付けるが、レーザ加工装置側の隣接配置された複数のチャンネルからの制約により、反射ミラー側の回転軸を支持する軸受間の距離を大きくすることは困難である。

【0009】従って軸受の回転時に当該軸受のガタにより生じる振れの影響を押さえるのは難しく、反射ミラー停止精度の低下の原因となる。又、反射ミラーを支持する軸受が与圧タイプの場合でも、軸受の部分では数ミクロンの偏心が存在するため、後工程のレーザ加工装置側における光伝送ファイバの入射部では、レーザ光は所定の位置に対し10倍～100倍程度の位置変動を生じ、レーザ加工装置は所定の機能を発揮することができない。

【0010】又、レーザ発振器が高出力の場合、反射ミラーは高温になるため冷却することが必要であり、冷却水を光路切替装置へ供給したり、光路切替装置から排出された冷却水を更に後工程へ送給するためには、反射ミラーの切り替え時に反射ミラーの動きに合わせて動くことのできる冷却水用のフレキシブルホースが必要になる。

【0011】しかし、フレキシブルホースは比較的硬いため、反射ミラーの水平方向の偏り位置や上下方向の偏り角度を調整する場合にフレキシブルホースが抵抗となり、偏り位置や偏り角度の調整を精度良く行うことが困難であった。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、斯かる実情に鑑み、反射ミラーがレーザ光を反射するようミラーホルダを切り替える際に、ミラーホルダは他の機械要素の影響を最小限に押さえることができるようにすると共に、簡単な位置制御でミラーホルダの切り替えを高速で行い得るようにし、しかも頻繁にミラーホルダを切り替えた場合でもミラーホルダの位置再現精度が良好に保持されるようにし、更には、反射ミラーの偏り位置や偏り角度の調整をも高精度で行うことができるようにした光路切替装置を提供することを目的としてなしたものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1の光路切替装置は、往復動方向両端部に往復動方向と平行な第一、第二の平行溝部を備えると共に両平行溝部を斜行溝部により繋いで形成されたカム溝を備えた往復動可能な枠体と、該枠体の往復動により前記カム溝に嵌入された案内体を介し往復回転し得るようにした第一の動力伝達体と、該第一の動力伝達体の往復回転により往復回転し得るようにした第二の動力伝達体と、該第二の動力伝達体により往復回転し得るようにした被動力伝達体と、該被動力伝達体が嵌合された軸に片持ち状に取り付けられたミラーホルダに反射面が前記軸の軸線と平行になるよう設けられた反射ミラーと、該反射ミラーがレーザ光を反射するよう切り替わった際に前記ミラーホルダを介して前記反射ミラーにおける前記軸の周方向位置を調整し得るようにしたミラーホルダ位置調整装置とを備えたものである。

【0014】請求項2の光路切替装置は、往復動方向両端部に往復動方向と平行な第一、第二の平行溝部を備えると共に両平行溝部を斜行溝部により繋いで形成されたカム溝を備えた往復動可能な枠体と、該枠体の往復動により前記カム溝に嵌入された案内体を介し往復回転し得るようにした第一の動力伝達体と、該第一の動力伝達体の往復回転により往復回転し得るようにした第二の動力伝達体と、該第二の動力伝達体により往復回転し得るようにした被動力伝達体と、該被動力伝達体が嵌合された軸に片持ち状に取り付けられたミラーホルダに反射面が前記軸の軸線と平行になるよう設けられた反射ミラーと、前記軸の軸線方向に対する反射ミラーの傾斜角度を調整し得るようにしたミラーホルダ角度調整装置とを備えたものである。

【0015】請求項3の光路切替装置は、往復動方向両端部に往復動方向と平行な第一、第二の平行溝部を備えると共に両平行溝部を斜行溝部により繋いで形成されたカム溝を備えた往復動可能な枠体と、該枠体の往復動により前記カム溝に嵌入された案内体を介し往復回転し得るようにした第一の動力伝達体と、該第一の動力伝達体の往復回転により往復回転し得るようにした第二の動力伝達体と、該第二の動力伝達体により往復回転し得るようにした被動力伝達体と、該被動力伝達体が嵌合された軸に片持ち状に取り付けられたミラーホルダに反射面が前記軸の軸線と平行になるよう設けられた反射ミラーと、該反射ミラーがレーザ光を反射するよう切り替わった際に前記ミラーホルダを介して前記反射ミラーの前記軸周方向位置を調整し得るようにしたミラーホルダ位置調整装置と、前記軸の軸線方向に対する反射ミラーの傾斜角度を調整し得るようにしたミラーホルダ角度調整装置とを備えたものである。

【0016】請求項4の光路切替装置は、第一の動力伝達体が固設された動力伝達体取り付け軸に、第二の動力

伝達体を、前記動力伝達体取り付け軸に対し相対的に回動し得よう外嵌し、前記第二の動力伝達体に、反射ミラーがレーザ光を反射するよう切り替わった際に前記第一の動力伝達体の回動方向とは逆の方向へ、前記第一の動力伝達体を押圧して前記第二の動力伝達体と被動力伝達体との啮合部のガタをなくし得るようにした押圧装置を設けたものである。

【0017】請求項5の光路切替装置は、反射ミラーが取り付けられた軸の両端部に、冷媒を流通させるためのホースが接続されたスィベル継ぎ手を接続したものであ

る。  
【0018】本発明においては、枠体の往復動により案内体を介して第一の動力伝達体が回動し、第一の動力伝達体の回動により第二の動力伝達体が回動し、第二の動力伝達体の回動により被動力伝達体が回動せられる。而して、被動力伝達体が回動することにより、軸を介してミラーホルダが回動し反射ミラーが切り替えられる。

【0019】請求項1においては、レーザ光を反射するよう反射ミラーが切り替わった場合には、反射ミラーはミラーホルダを介してミラーホルダ位置調整装置により位置決めされると共に、ミラーホルダ位置調整装置によりミラーホルダを介して、反射ミラーの軸周方向位置が調整される。

【0020】請求項2においては、ミラーホルダ角度調整装置により、ミラーホルダを介して反射ミラーが取り付けられた軸の軸線方向傾斜角度が調整される。

【0021】請求項3においては、レーザ光を反射するよう反射ミラーが切り替わった場合には、反射ミラーはミラーホルダを介してミラーホルダ位置調整装置により位置決めされると共に、ミラーホルダ位置調整装置によりミラーホルダを介して、反射ミラーの軸周方向位置が調整され、又、ミラーホルダ角度調整装置により、ミラーホルダを介して反射ミラーが取り付けられた軸の軸線方向傾斜角度が調整される。

【0022】請求項4においては、押圧装置により第一の動力伝達体を押圧することにより、第二の動力伝達体と被動力伝達体との啮合部のガタがなくなる。

【0023】請求項5においては、軸の内部を冷却する場合でも、ホースが反射ミラーの軸周方向の位置や軸線方向の傾斜角度を精度良く正確に位置決めすることがで

きる。  
【0024】本発明の光路切替装置によれば、カム溝が形成された枠体を往復動させることにより、反射ミラーを具備したミラーホルダが回動させられるため、ミラーホルダは他の機械要素の影響を最小限に押さえることができると共に簡単な位置制御でミラーホルダの切り替えを高速で行うことが可能となり、しかも頻繁にミラーホルダを切り替えた場合でもミラーホルダの位置再現精度を良好に保持することができ、又、反射ミラーの軸周方向の位置や軸線方向の傾斜角度を精度良く正確に位置決

めすることができるため、反射ミラーの傾り位置や傾り角度の調整を高精度で行うことができ、更に装置の冷却を良好に行うことが可能となる。従って装置の信頼性が著しく向上する。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図示例と共に説明する。

【0026】図1～図16は本発明を実施する形態の一例である。

【0027】図1～図3中、1はベースプレート、2は光路切替装置本体、3は後述の反射ミラー26の上下方向の傾り角度を調整するためのミラーホルダ角度調整装置、4は光路切替装置本体支持装置であり、ミラーホルダ角度調整装置3は光路切替装置本体2における支持プレート5の一端側幅方向中央部に固設され、光路切替装置本体支持装置4は支持プレート5の他端側幅方向両端部に設置されている。

【0028】ミラーホルダ角度調整装置3の詳細は、図4、5に示されている。すなわち、光路切替装置本体2における支持プレート5の一端側幅方向中央部には、後方へ向けて水平突出部5aが固設されており、水平突出部5aの上面には下端が1/2円筒状に形成された中空円筒状の縦形ケーシング6が1/2だけ切欠かれた円筒状部の下端を介し支持されるようになっている。又縦形ケーシング6の1/2円筒状部の下端は、ベースプレート1の上面に形成した座割り部1aに支持されるようになっている。

【0029】縦形ケーシング6の上端部には、縦向きのボルト部材7が螺合されたナット部材8が締結されており、ボルト部材7はベースプレート1に座割り部1aの下方に位置するよう穿設した中空孔1b及び中空孔1bの下方に位置するよう穿設した中空孔1bよりも径の大きい中空孔1cを挿通してベースプレート1の下面よりも若干下方まで延びている。

【0030】ボルト部材7の下端側には、上方から下方へ行くにつれて段階的に径の大きくなるナット部材9が中空孔1b、1c内に位置するよう螺合されており、ナット部材9の上部には、中空孔1b内に位置してボルト部材7に対し遊嵌されるよう、球面軸受支持座10が載置されている。

【0031】球面軸受支持座10の上部球状凹部は、下方に向かって凹形状に形成されると共に、球面軸受支持座10の上部球状凹部には、中空孔1bから縦形ケーシング6の空隙部6a内に位置してボルト部材7に対し遊嵌されるよう、球面軸受11が載置されており、球面軸受11の上部には支持プレート5の水平突出部5aの下面が支持されている。又、水平突出部5aの上面には皿ばね支持ワッシャ13が載置され、皿ばね支持ワッシャ13の上面には複数の座金状の皿ばね14が、多段状に載置されている。支持プレート5の水平突出部5a及び

皿ばね支持ワッシャ13並びに皿ばね14は、何れもボルト部材7に対し遊嵌された状態に配置されている。尚、12はベースプレート1の下面に設けた、ナット部材9のまわり止めである。

【0032】皿ばね14の中空孔には、ボルト部材7に対し遊嵌されたスペーサ15が内嵌されていると共に、スペーサ15の上端フランジ部15a下面は皿ばね14に支持されており、空隙部6a内におけるナット部材8下面とスペーサ15の上端フランジ部15a上面との間には、空隙部6aにボルト部材7に対し遊嵌されるよう、円筒部材16が介在している。

【0033】ナット部材8の雌ねじのピッチ及びボルト部材7のナット部材8螺合部の雄ねじのピッチをP1、ナット部材9の雌ねじのピッチ及びボルト部材7のナット部材9螺合部の雄ねじのピッチをP2とすると、P1>P2であり、ミラーホルダ角度調整装置3は差動ねじ機構になっている。而して、ボルト部材7上端の頭7aを介してボルト部材7を1回転することにより、光路切替装置本体2のミラーホルダ角度調整装置3及び支持プレート5はP1-P2だけ上下方向へ高さ調整され、後述の反射ミラー26の上下方向の傾り角度を調整し得ようになっている。尚、傾り角度を調整した場合には、ベースプレート1と支持プレート5との間のクリアランスは変化する。

【0034】光路切替装置本体支持装置4の詳細は、図6に示されている。すなわち、光路切替装置本体2における支持プレート5の他端側幅方向両端部には、上下方向へ貫通する中空孔5bが穿設されており、支持プレート5の中空孔5b下部には、上方へ向かって凹形状に形成された球面座支持孔5cが形成されている。

【0035】ベースプレート1には、支持プレート5の中空孔5bと同一軸線状に位置するよう、ベースプレート1を板厚方向へ貫通する2段形状の中空孔1d、1eが穿設されており、上部の中空孔1dの径は下部の中空孔1eの径よりも大きく形成されている。

【0036】ベースプレート1の上面と支持プレート5の下面との間には、中心部に上下に貫通するよう中空孔17aが穿設されると共に上方に向けて凸の球面軸受17が介在している。球面軸受17の下端側は上部側より小径に形成されており、球面軸受17の小径部は、ベースプレート1の中空孔1dに嵌入され、その小径部から大径部への移行部の平坦面はベースプレート1の上面に支持されている。又、球面軸受17の上面球面は、支持プレート5に設けた球面座支持孔5cに当接している。

【0037】支持プレート5の中空孔5b、球面軸受17の中空孔17a、ベースプレート1の中空孔1bには、上端が支持プレート5の上面よりも上へ突出し、下端がベースプレート1の下面よりも下方へ突出するボルト18が挿通されている。

【0038】ボルト18の支持プレート5よりも上方へ突出した部分には、ワッシャ19及びワッシャ19の上部に複数段に設けられた皿ばね20が外嵌されており、ワッシャ19及び皿ばね20は支持プレート5上面とボルト18の頭18a下面との間に位置している。又、ボルト18のベースプレート1下面に突出した部分には、ナット67が螺合されており、ナット67を回転することにより、ベースプレート1と支持プレート5とを押さえるばね力を調整し得ようになっている。

【0039】図7、8に示す如く、支持プレート5上の側に設置したフレーム21には上下方向へ所定の間隔を隔ててハウジング22が固設され、ハウジング22には軸受23が嵌合されている。

【0040】上下の軸受23には、縦向きのミラー取り付け軸24が回転可能に嵌合されていると共に、ミラー取り付け軸24の高さ方向中途部には、ミラー取り付け軸24の径方向外方へ片持ち状に突出するミラーホルダ25が、制御対象として取り付けられ、ミラーホルダ25には、垂直面状に形成された反射面がミラー取り付け軸24の軸線L1に対し平行となるよう、反射ミラー26が装着されている。

【0041】ミラー取り付け軸24の下端部近傍にはギヤ27が固設されると共にミラー取り付け軸24の下端部及び上端部には、ミラー取り付け軸24に対して相対的に回転し得ようにしたスイベル継ぎ手28、29が接続されており、スイベル継ぎ手28にはフレキシブルホース30が、又スイベル継ぎ手29にはフレキシブルホース31が夫々接続されている。

【0042】而して、下部のフレキシブルホース30からスイベル継ぎ手28を介してミラー取り付け軸24の内部中空孔に導入された冷却水は、ミラー取り付け軸24に伝達される熱を冷却しつつ上昇し、上部のスイベル継ぎ手29を介してフレキシブルホース31へ導出されるようになっている。

【0043】支持プレート5上に位置するようフレーム21の近傍に設置した台枠32には、縦形のステッピングモータの如きモータ33が配設され、モータ33の出力軸下端にはピニオン34が回転可能に外嵌されている。

【0044】支持プレート5上には、図示していないガイド手段にガイドされて支持プレート5の長手方向（往復動方向D1）へ往復移動し得よう、側面にラックの刻設されたラック板35が水平に配設され、ラック板35のラックにはピニオン34が噛合している。又、ラック板35の上面にはブラケット36を介して、水平板状のカム枠体37が取り付けられており、カム枠体37はラック板35と一体的に支持プレート5の長手方向へ往復移動し得ようになっている。

【0045】カム枠体37の平面状部には、カム溝38が形成されて

おり、カム溝38は、ラック板35及びカム枠体37の往復動方向D1である支持プレート5の長手方向へ延在している。

【0046】而して、カム溝38の長手方向両端部には、図10、11に示す如く、ラック板35及びカム枠体37の往復動方向D1に対し平行に延在する平行溝部38a、38bが、平面視で往復動方向D1に対し直交する方向D2へ所要の間隔を隔てて形成され、平行溝部38a、38bは図10、11に示す如く斜行溝部38cにより繋がれて1本のカム溝38となっている。又、

平面視で、カム溝38の平行溝部38bは平行溝部38aよりもギヤ27側に位置している。  
【0047】支持プレート5上には、カム枠体37の下方に位置すると共に、ミラー取り付け軸24に隣接するよう、ギヤボックス39が配設され、ギヤボックス39の中空孔39a上下に嵌入した軸受40にはミラー取り付け軸24と平行になるよう、縦向きのアーム取り付け軸41が回転可能に嵌合されている(図9参照)。

【0048】アーム取り付け軸41の上端部には、固設位置を回転中心として回転中心両側に向け水平に延びるアーム42が固設されていると共に、アーム取り付け軸41のアーム42直下部に外嵌した軸受43には、ギヤ44が回転自在に嵌合されており、ギヤ44はミラー取り付け軸24に固設したギヤ27に対し噛合している。

【0049】アーム42の支持プレート5長手方向中央部側端部には、アーム取り付け軸41と平行に縦ピン45が上方へ向けて突設されていると共に、縦ピン45の上端には、回転自在にローラ状のカムフォロア46が嵌合され、カムフォロア46は案内体としてカム枠体37のカム溝38に嵌入されている。

【0050】而して、カム枠体37が支持プレート5の長手方向へ往復動することにより、カム枠体37に形成したカム溝38の縁部はカムフォロア46を水平方向へ押すようになっており、カムフォロア46が押されることにより、アーム42、アーム取り付け軸41が回転し得るようになっている。又アーム42が回転することにより、後述のアーム押圧装置60、ブラケット59を介しギヤ44が回転し得るようになっている。

【0051】又、ギヤ44が回転することによりギヤ27、ミラー取り付け軸24が回転し、ミラー取り付け軸24の回転により、反射ミラー26を具備したミラーホルダ25が回転し得るようになっている。更に、ギヤ44の僅かな回転により、ミラーホルダ25が大きな角度回転し得るよう、ギヤ27の直径はギヤ44の直径よりも小径に形成されている(図10、11参照)。

【0052】図8、12に示す如く、ミラーホルダ25の上端には、ブラケット状のストッパ47が固設されており、反射ミラー26が伝送されてきたレーザ光48

(図11参照)を反射させるよう、ミラーホルダ25が図12の実線位置から仮想線位置まで時計方向へ45°

回転し光路が切り替わった場合には、ブラケット状のストッパ47の垂直部材47aは、フレーム21の上部側面に装着したミラーホルダ位置調整装置49に当接してミラーホルダ25の位置決めを行い得るようになっている。

【0053】ミラーホルダ位置調整装置49の詳細は図13に示されている。すなわち、フレーム21の上部一側面に設けた孔には、軸線L2がラック板35及びカム枠体37の往復動方向D1に対し平行に延びる中空筒状のケーシング50が嵌合されていると共にケーシング50はそのフランジ部50aを介してフレーム21に固設され、ケーシング50における中空孔50bのフレーム21側には、ナット部材51が嵌入され、固定されている。

【0054】ケーシング50における中空孔50bのフレーム21から離反した側には、ケーシング50に設けたガイドピン52にガイドされつつ中空孔50b内を軸線L2と平行な方向へ摺動し得るようにしたナット部材53が嵌入されており、ナット部材53のケーシング50から突設した端部には、キャップ部材54が固設されている。又、キャップ部材54のフレーム21から離反した側の端部には、ストッパ47の垂直部材47aが直接当接する金属製の球体55が設けられている。

【0055】ナット部材51、53には、ボルト部材56が螺合されている。而して、ボルト部材56のナット部材51に対し螺合する部分における雄ねじのピッチ及びナット部材51の雌ねじのピッチをP3とし、ボルト部材56のナット部材53に対し螺合する部分における雄ねじのピッチ及びナット部材53の雌ねじのピッチをP4とすると、 $P3 > P4$ である。従って、ボルト部材56及びナット部材51、53により差動ねじ機構が形成されている。

【0056】ボルト部材56のナット部材51、53間の外周には、中空孔50b内に位置するようスリーブ57が外嵌されており、スリーブ57のナット部材51側端部に形成されたフランジ57aは、ナット部材51の中空孔50b内側端部に当接している。又、スリーブ57の外周には、スリーブ57の長手方向へ連続的に並設された複数の皿パネ58が外嵌されており、皿パネ58のうちナット部材51側端部の皿パネ58は、スリーブ57のフランジ57aに当接し、ナット部材53側の皿パネ58は、ナット部材53の中空孔50b内端面に当接している。

【0057】而して、フレーム21の外方へ突出している、ボルト部材56の頭56aを介し当該ボルト部材56を一回転させることにより、ナット部材53及びキャップ部材54は軸線L2と平行な方向へP3-P4だけ移動し得るようになっている。

【0058】図9に示す如く、ギヤ44の下面には、ギヤ44の径方向外方へ向け水平に突出するブラケット5

10

20

30

40

50

9が固設されており、ブラケット59には、アーム押圧装置60が設けられている。

【0059】アーム押圧装置60の詳細は図14に示されている。すなわち、ブラケット59上に立設したブラケット61には雌ねじが穿設されており、雌ねじ部には、平面視で軸線L3が略ギヤ44の接線方向へ向けて延在する円筒状で外周に雄ねじの刻設されたスリーブ62が、軸線L3と平行な方向へ位置を調節し得るよう螺合されている。而して、スリーブ62のアーム42側先端は開口しており、スリーブ62のアーム42とは反対側の端部は閉止されている。

【0060】スリーブ62の中空孔62aには、先端が中空孔62aから突出して先端円弧部が常時アーム42の側部に当接し得るようにしたロッド状の押圧部材63が軸線L3と平行な方向へ摺動し得るよう嵌入されており、中空孔62a内には押圧部材63をアーム42側へ付勢するための圧縮ばね64が収納されている。又、スリーブ62を軸線L3と平行な方向へ位置調整した際に、スリーブ62の位置を固定するため、スリーブ62の外周雄ねじ部には、止めナット65を螺合し得るようになっている。

【0061】支持プレート5上に設置した図示してないフレームには、垂直板状のストップ66が固設されており、ギヤ44、27の回転により、反射ミラー26が切り替わって伝送されてきたレーザ光48を反射させるようミラーホルダ25が回転した場合には、スリーブ62のアーム42に対し当接する側とは反対側の端部がストップ66に当接することにより、押圧部材63はアーム42から押圧力を受けて圧縮ばね64を撓ませ、圧縮ばね64から受ける時計方向の抗力をアーム42に付与することにより、ギヤ44に図11、15において反時計方向の回転力を与え、ギヤ44とギヤ27のガタ付きを防止し得るようになっている。

【0062】尚、図1～図16中、同一のものには同一の符号が付してある。

【0063】次に、上記図示例の作動を説明する。

【0064】レーザ光48を反射しないよう光路切替装置が切り替えられている場合には、ラック板35及び、ブラケット36を介してラック板35に固設されたカム枠体37は、図10に示す如く、往復動方向D1に対し最も右側に位置し停止している。而して、この場合には、カムフォロア46はカム溝38のギヤ27から離れた側の平行溝部38a内に位置しており、反射ミラー26の反射面は平面視で、ラック板35及びカム枠体37の往復動方向D1に対し直交する方向へ延びている(図10、12参照)。而して、この場合には、レーザ光48は図10に示す如く、反射ミラー26で反射することなく直進する。

【0065】レーザ光48を反射ミラー26により反射させるよう、反射ミラー26を切り替える場合には、モ

ータ33を駆動してピニオン34を回転させ、ラック板35及びカム枠体37を図10の位置から往復動方向D1と平行に左側へ向かって移動させる。このため、カムフォロア46はカム枠体37に形成されているカム溝38によりガイドされカム溝38の平面形状に沿って移動させられる。

【0066】すなわち、カム枠体37がラック板35と共に図10の左方向へ移動を開始した直後は、カムフォロア46はカム溝38の平行溝部38aに嵌入しているため、カム溝38により押されることがない。このため、アーム42及びアーム取り付け軸41は回転せず停止している。

【0067】カム枠体37がラック板35と共に図10の左方向へ移動を開始し、カムフォロア46がカム溝38の平行溝部38aと斜行溝部38cとの繋がり部に達すると、当該繋がり部には円弧状部が設けてあるため、カムフォロア46はカム溝38に押されてアーム取り付け軸41の回転中心に対し回転速度零の状態から徐々に加速される。このため、アーム42及びアーム42の取り付けられているアーム取り付け軸41も停止状態から徐々に一体的に加速され、図10の反時計方向へ回転を開始する。

【0068】一方、アーム取り付け軸41が回転を開始しても、ギヤ44は軸受43を介してアーム取り付け軸41に取り付けられているため、ギヤ44は、アーム取り付け軸41から回転力を受けることはない。しかし、この場合には、反時計方向へ回転するアーム42が、アーム押圧装置60の押圧部材63を押し、その結果、ブラケット61、59を介してギヤ44に回転力が付与され、ギヤ44も反時計方向へ回転を開始する。従って、ギヤ44が反時計方向へ回転を開始すると、ギヤ44に噛合しているギヤ27及びミラー取り付け軸24並びに反射ミラー26を備えたミラーホルダ25は図10の時計方向へ回転を開始する。

【0069】カム枠体37がラック板35と共に図10の左方向へ移動を開始して、カムフォロア46がカム溝38の平行溝部38aから斜行溝部38cに達すると、カムフォロア46は平面視で斜行溝部38cに沿いギヤ27に近接するようガイドされる。従って、アーム42はカムフォロア46を介しアーム取り付け軸41の軸心を基準として、図10において反時計方向へ回転する。この際、斜行溝部38cは直線状であるためアーム42及びアーム取り付け軸41の回転速度は一定となり、従ってギヤ44、27の回転速度も一定となり、ミラーホルダ25の回転速度も一定となる。

【0070】カムフォロア46がカム枠体37におけるカム溝38の斜行溝部38cにガイドされることにより、アーム42等を介しミラーホルダ25が回転し、カムフォロア46がカム溝38の斜行溝部38cからカム枠体37の往復動方向D1と平行に延在する、ギヤ27



に近接している側の平行溝部38bの近傍に達すると、カムフォロア46及びアーム42のアーム取り付け軸41における回転軸心に対する回転速度は徐々に下降する。

【0071】このため、ギヤ44、27、ミラー取り付け軸24、ミラーホルダ25の回転速度も徐々に減速され、カムフォロア46が、完全にカム溝38の平行溝部38b内に達すると、カムフォロア46、アーム42、アーム取り付け軸41、ギヤ44、27、ミラー取り付け軸24、ミラーホルダ25は停止する。而して、これによりミラーホルダ25に装備されている反射ミラー26の切り替えが終了する。

【0072】反射ミラー26の切り替えが終了すると、上流側から伝送されてきたレーザ光48は図11に示す如く反射されて光路の方向を90°変え、対応するレーザ加工装置の光伝送ファイバに入射される。

【0073】ミラーホルダ25が停止する際には、ミラーホルダ25の上部に固設されているストッパ47の垂直部材47aは、ミラーホルダ位置調整装置49の球体55に当接するが、ミラーホルダ25は減速されつつ停止するため、ストッパ47の垂直部材47aはソフトにミラーホルダ位置調整装置49の球体55に対し当接し、従って、反射ミラー26が衝撃を受けることがない。

【0074】又、ミラーホルダ25の停止時においては、上述の如くアーム42も減速されつつ停止するが、アーム42が停止する直前には、ギヤ44に取り付けられているブラケット59に配置したアーム押圧装置60のスリーブ62先端が、ストッパ66に当接する(図11、15参照)。

【0075】而して、アーム42の側面にはアーム押圧装置60の押圧部材63先端が当接しているため、アーム42は停止する直前にアーム押圧装置60の押圧部材63をストッパ66側へ押圧し、アーム押圧装置60の圧縮ばね64は圧縮されて撓んだ状態でアーム42が停止する。このため、圧縮ばね64の弾力力は押圧部材63からアーム42に与えられ、アーム42は図11、15において時計方向へ向けて反力を受ける。

【0076】アーム42が図11、15において時計方向へ反力を受けると、ブラケット61、59を介しギヤ44は、図11、15において反時計方向への回転力を受け、ギヤ44の歯は図15の点X1でギヤ27の歯に当接する。又、ミラーホルダ25に取り付けたストッパ47の垂直部材47aは図15に示す如く、点X2でミラーホルダ位置調整装置49の球体55に当接する。

【0077】従って、ギヤ44とギヤ27との噛合部におけるガタ付きが生じず、ミラーホルダ25は点X1と点X2との間で挟持された状態になる。

【0078】このため、切り替え時の位置制御が簡単な制御であっても、切り替えられた反射ミラー26

はガタ付くことがなく、安定した位置に保持されると共に再度切り替えた場合の位置の再現精度(繰返し位置の再現性)が良好となる。その結果、レーザ加工装置が複数設けられており、レーザ光48の光路の切り替えを頻繁に行う場合でも、レーザ加工装置側のレーザ光48の入射位置精度が高くなり、反射ミラー26の高速切り替えが可能となる。従って装置の信頼性が向上する。

【0079】次に、反射ミラー26の反射面に対して直交する方向すなわちミラー取り付け軸24の円周方向への左右方向廻り位置、及び反射ミラー26における反射面の垂直面に対する上下方向廻り角度の調整について図16をも参照しつつ説明する。

【0080】例えば、反射ミラー26の左右方向廻り位置の調整を行う場合には図13に示すミラーホルダ位置調整装置49のボルト部材56を回すことにより行う。すなわち、ボルト部材56の頭56aを回転させると、その回転方向により、ナット部材53及びキャップ部材54は、ナット部材51側のねじのピッチP3とナット部材53側のねじのピッチP4との差分(P3-P4)だけ突出し或いは後退する。

【0081】従って、ミラーホルダ25はミラーホルダ位置調整装置49の球体55により押されて水平状態の基準ラインL4を基準として左右方向へ角度θの範囲で調整される(図16参照)。ミラーホルダ位置調整装置49は差動ねじ機構であるため、球体55の水平方向位置は微調整が可能であり、従ってミラーホルダ25延いては反射ミラー26の水平方向角度は高精度で位置調整される。

【0082】例えば、反射ミラー26の上下方向廻り角度の調整を行う場合には、図4、5に示すミラーホルダ角度調整装置3のボルト部材7を回すことにより行う。すなわち、ボルト部材7の頭7aを回転させると、その回転方向により、ナット部材9は、ナット部材8側のねじのピッチP1とナット部材9側のねじのピッチP2との差分(P1-P2)だけ上昇させ或いは下降させようとする。しかし、ナット部材9は固定状態にあるベースプレート1に締結されていて昇降できないため、ミラーホルダ角度調整装置3の位置では支持プレート5が反力を受けて昇降する。

【0083】従って、光路切替装置本体2は図6に示す光路切替装置本体支持装置4における球面軸受17の球面を支点として上下方向へ回動し、ミラーホルダ25は基準ラインL4を基準として上下方向へ角度γの範囲で調整される(図16参照)。ミラーホルダ角度調整装置3は差動ねじ機構であるため、光路切替装置本体2の上下方向の位置は微調整が可能であり、従って、ミラーホルダ25延いては反射ミラー26の上下方向角度は高精度で位置調整される。

【0084】上述のようにミラーホルダ位置調整装置49及びミラーホルダ角度調整装置3を設けることによ

り、ミラーホルダ25延いては反射ミラー26の水平方向偏り位置及び上下方向偏り角度を微調整できるため、反射ミラー26で反射されたレーザ光48を常にレーザ加工装置側の光伝送ファイバの入射位置に正確に入射させることが可能となり、装置の信頼性は著しく向上する。

【0085】反射ミラー26がレーザ光48を反射するよう光路を切り替えた場合にアーム42に付与する回転力の調整は、アーム押圧装置60のスリーブ62の突出量を変更することにより行う。すなわち、図14における止めナット65を緩めたりえ適宜の手段でアーム押圧装置60のスリーブ62を回し、軸線L3と平行な方向へスリーブ62を進退動させる。この際、押圧部材63はアーム42により先端を押えられているため、圧縮ばね64の撓み量が替わり、アーム42に付与する回転力（反力）の調整が行われる。

【0086】上述のように、ミラーホルダ位置調整装置49により球体55の位置を微調整し、アーム押圧装置60によりアーム42を付勢する圧縮ばね64の反発力を微調整できるため、反射ミラー26がレーザ光48を反射するよう切り替わった際に反射ミラー26の角度を微調整することができ、カム枠体37の制御位置により、反射ミラー26の角度が影響を受けることがなく、又、ギヤ44とギヤ27との噛合部におけるガタ付きをなくすよう、ミラーホルダ25を図15の点X1と点X2との間で挟持する挟持力も調整することができる。

【0087】反射ミラー26がレーザ光48を反射しないよう光路を切り替える場合には、モータ33を上述の場合とは逆の方向へ回転駆動し、ピニオン34によりラック板35及びカム枠体37を往復動方向D1へ図11の位置から図10の位置まで移動させる。而して、斯かる操作により、ミラーホルダ25に装備されている反射ミラー26は図10に示す如くもとの位置へ戻る。

【0088】反射ミラー26を装備したミラーホルダ25は、平行溝部38a及び斜行溝部38c並びに平行溝部38bからなるカム溝38により回転させられる23アーム42等を介して回転させられるため、回転開始時には、零から徐々に加速されて一定の速度で回転し、停止時には徐々に減速されて停止する。

【0089】アーム押圧装置60の圧縮ばね64による保持力に変動が生じても、ミラーホルダ25延いては反射ミラー26の停止位置精度に影響を与えないよう、カム溝38におけるカム枠体37等の往復動方向D1と平行な方向の両端部の平行溝部9a、9bは、その形状を往復動方向D1と平行に形成されている。このため、ラック板35やカム枠体37等の水平方向への往復動部材は、移動時に急速に加減速されることはなく、徐々に加減速されることになる。従って、カム枠体37等を停止させる際の位置検出は、一般的なマイクロスイッチを用いて行うことができる。

【0090】モータ33にステッピングモータ等を使用すると共に、反射ミラー26がレーザ光48を反射しないようにミラーホルダ25が開かれている状態でのマイクロスイッチのオンになった際のカム枠体37等の位置を系の原点としてカム枠体37の移動距離の設定を行い、原点からのステッピングモータ等のステップ数のカウントでカム枠体37の原点からの移動距離を検出し、この移動距離からミラーホルダ25の回転角を検出し、ミラーホルダ25がミラーホルダ位置調整装置49の球体55に当接する直前にステッピングモータ等の回転速度を落とすように運転を行うことにより、反射ミラー26の切り替え時には動作の中間部では高速を維持し、停止直前のみ速度を落とすよう運転を行うことができる。

【0091】このように運転することにより、ミラーホルダ位置調整装置49の球体55の摩擦を防止することができ、反射ミラー26がレーザ光48を反射するようミラーホルダ25が切り替わった場合の反射ミラー26の位置再現精度をより一層良好に維持することができる。

【0092】カム枠体37の往復動方向D1の両端部に位置検出器を設けると共に、この位置検出器の往復動方向D1両外側にオーバラン検出器を設け、オーバラン検出器がオンの場合には、モータ33を停止させるようにすれば、装置の信頼度は更に向上する。

【0093】又、ミラー取り付け軸24の上下部にスィベル継ぎ手28、29を設けているため、上下の軸受23間の距離を小さくすることなくフレキシブルホース30、31の接続が可能となり、従ってミラー取り付け軸24が回転してもフレキシブルホース30、31には力が作用せず変形することがないため、冷却システムの信頼性も向上する。

【0094】尚、本発明の光路切替装置は、上述の図示例にのみ限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

【0095】

【発明の効果】以上、説明したように本発明の請求項1～5記載の光路切替装置によれば、カム溝が形成された枠体を往復動させることにより、反射ミラーを具備したミラーホルダが回転させられるため、ミラーホルダは他の機械要素の影響を最小限に押さえることができると共に簡単な位置制御でミラーホルダの切り替えを高速で行うことが可能となり、しかも頻繁にミラーホルダを切り替えた場合でもミラーホルダの位置再現精度を良好に保持することができ、又、反射ミラーの軸周方向の位置や軸線方向の傾斜角度を精度良く正確に位置決めすることができるため、ミラーホルダ延いては反射ミラーの偏り位置や偏り角度の調整も高精度で行うことができ、更に請求項5の場合は、装置の冷却を良好に行うことが可能となる。従って本発明の光路切替装置によれば、全体と

して装置の信頼性が著しく向上するという優れた効果を奏し得る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光路切替装置の実施の形態の一例を示す概略外形図である。

【図2】図1のⅠⅠ-ⅠⅠ方向矢視図である。

【図3】図1のⅡⅡ-ⅡⅡ方向矢視図である。

【図4】図1に示す偏り角度調整用のミラーホルダ角度調整装置の断面図である。

【図5】図4に示す偏り角度調整用のミラーホルダ角度調整装置の部分の概要を示す斜視図である。

【図6】図1に示す光路切替装置本体支持装置の断面図である。

【図7】本発明の光路切替装置の実施の形態の一例で、反射ミラーを具備するミラーホルダが取り付けられたミラー取り付け軸の部分の概略正面図である。

【図8】図7のⅤⅤ-ⅤⅤ方向矢視図である。

【図9】本発明の光路切替装置の実施の形態の一例で、カム枠体の往復動により回転してミラーホルダを回転させるための動力伝達部の縦断面図である。

【図10】本発明の光路切替装置の実施の形態の一例で、反射ミラーがレーザ光を反射しないように切り替わっている場合の、カム枠体及びアーム並びに各ギヤ更にはアーム押圧装置の配置状態を示す平面図である。

【図11】本発明の光路切替装置の実施の形態の一例で、反射ミラーがレーザ光を反射するように切り替わっている場合の、カム枠体及びアーム並びに各ギヤ更にはアーム押圧装置の配置状態を示す平面図である。

【図12】本発明の光路切替装置の実施の形態の一例で、ミラーホルダに取り付けられたストッパとこのストッパが当接するミラーホルダ位置調整装置との配置状態を示す平面図である。

【図13】図12に示すミラーホルダ位置調整装置の断面図である。

【図14】図10、11に示すアーム押圧装置の概略断面図である。

\*

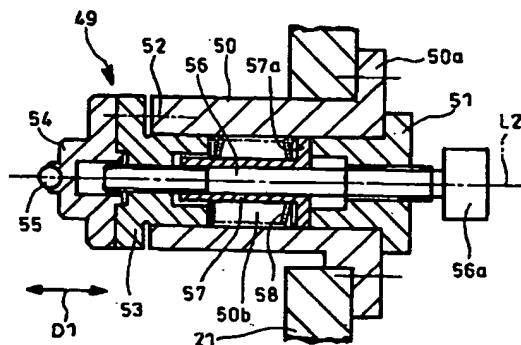
\*【図15】本発明の光路切替装置の実施の形態の一例において、反射ミラーがレーザ光を反射するよう切り替わった際に、アームがアーム押圧装置の押圧部材に当接し、ミラーホルダに取り付けたストッパの垂直部材がミラーホルダ位置調整装置の球体に当接してミラーホルダ及び反射ミラーが高精度で位置保持される状態を示す平面図である。

【図16】本発明の光路切替装置の実施の形態の一例において、ミラーホルダ及び反射ミラーの偏り位置を水平方向へ、又、偏り角度を上下方向へ調整する場合の調整範囲を説明するための斜視図である。

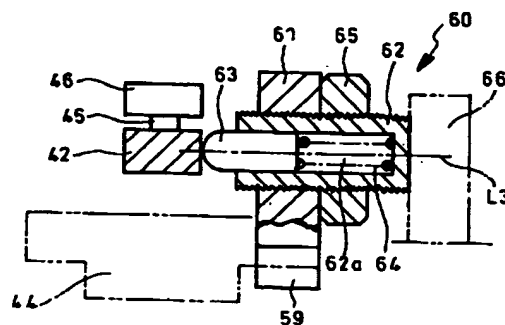
【符号の説明】

- 3 ミラーホルダ角度調整装置
- 24 ミラー取り付け軸（軸）
- 25 ミラーホルダ
- 26 反射ミラー
- 27 ギヤ（被動力伝達体）
- 28 スイベル継ぎ手
- 29 スイベル継ぎ手
- 30 フレキシブルホース（ホース）
- 31 フレキシブルホース（ホース）
- 37 カム枠体（枠体）
- 38 カム溝
- 38a 平行溝部
- 38b 平行溝部
- 38c 斜行溝部
- 41 アーム取り付け軸（動力伝達体取り付け軸）
- 42 アーム（第一の動力伝達体）
- 44 ギヤ（第二の動力伝達体）
- 46 カムフォロア（案内体）
- 48 レーザ光
- 49 ミラーホルダ位置調整装置
- 60 アーム押圧装置（押圧装置）
- D1 往復動方向
- L1 軸線

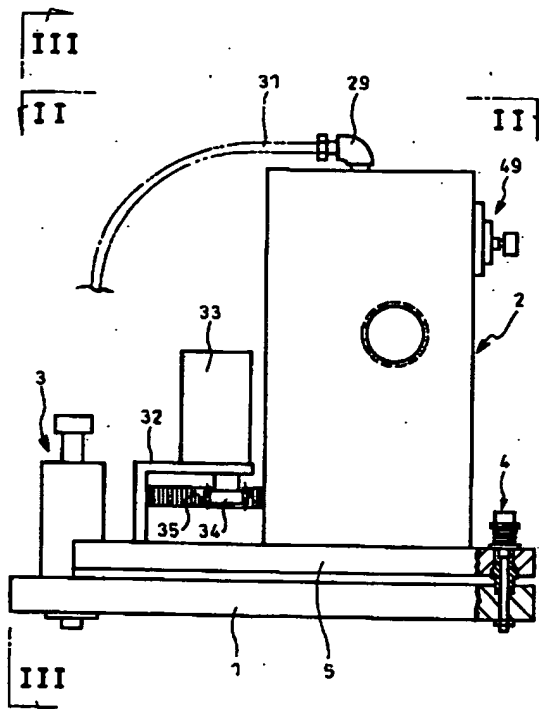
【図13】



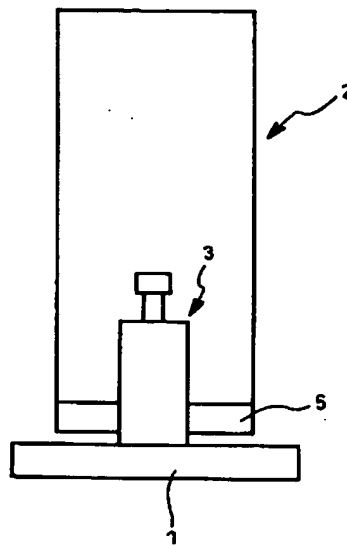
【図14】



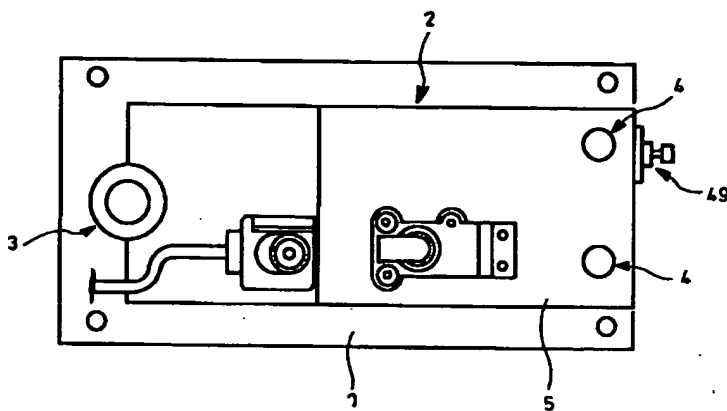
【図1】



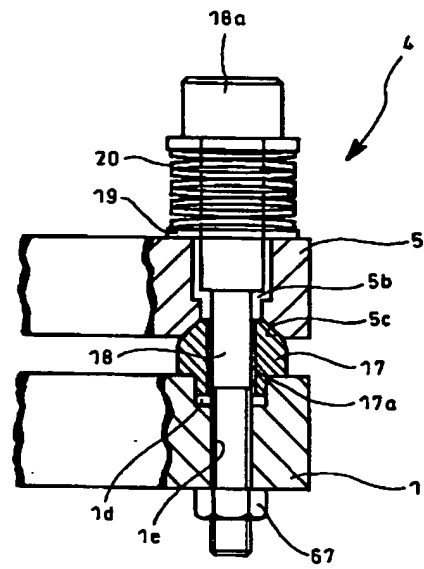
【図3】



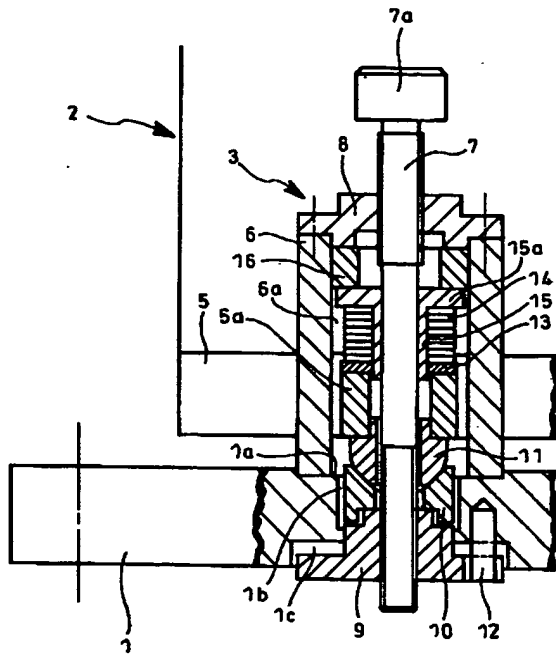
【図2】



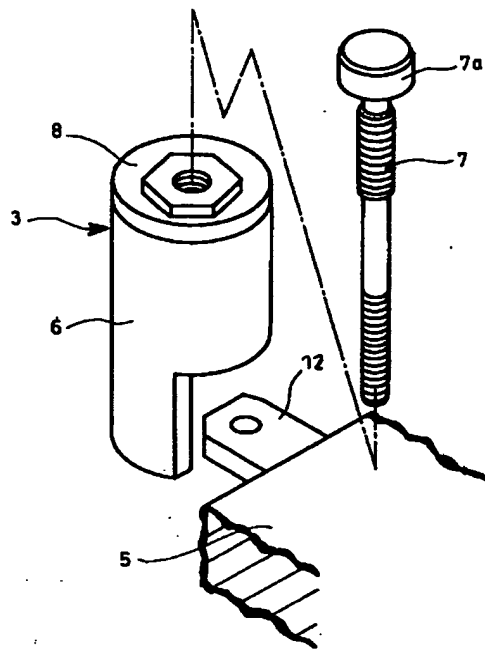
【図6】



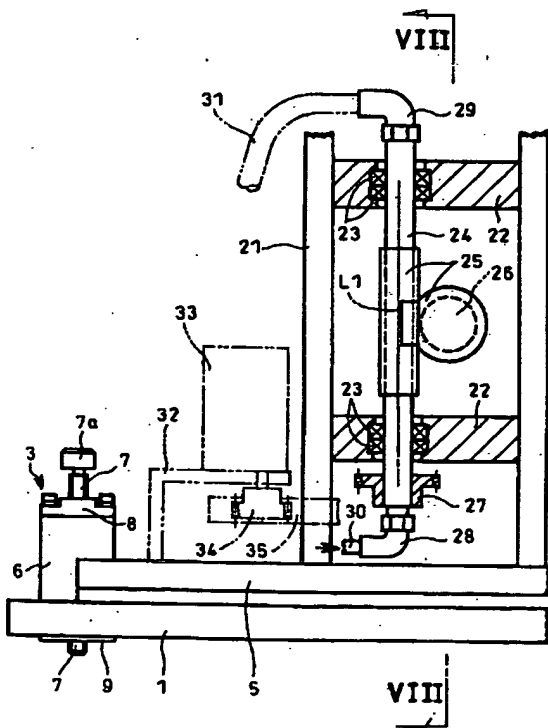
【図4】



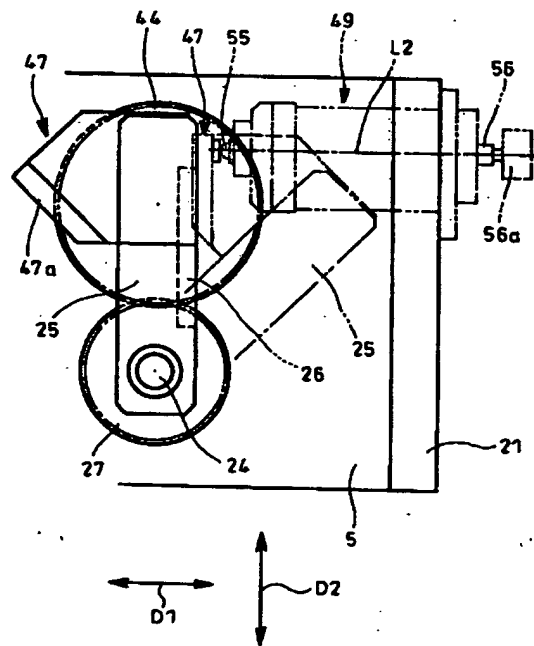
【図5】



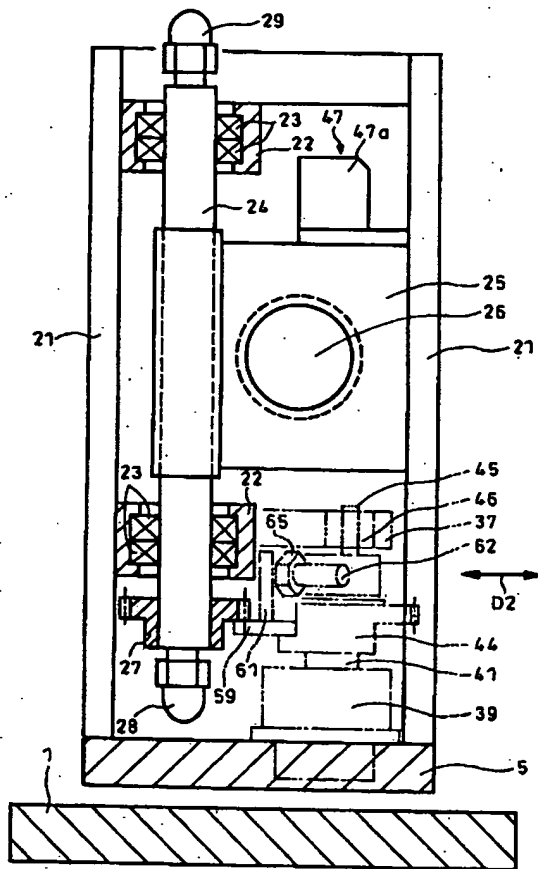
【図7】



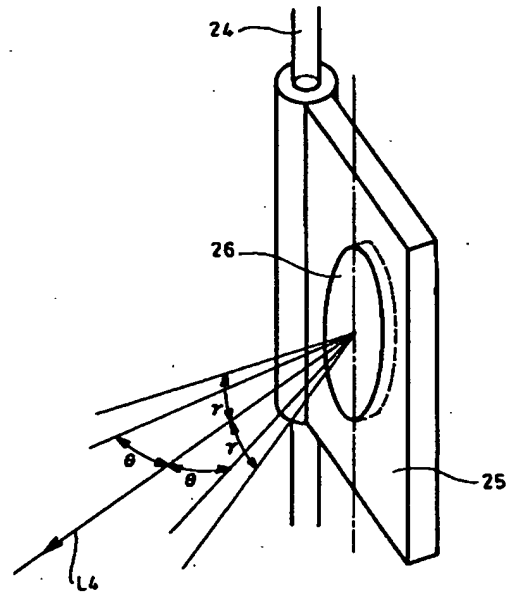
【図12】



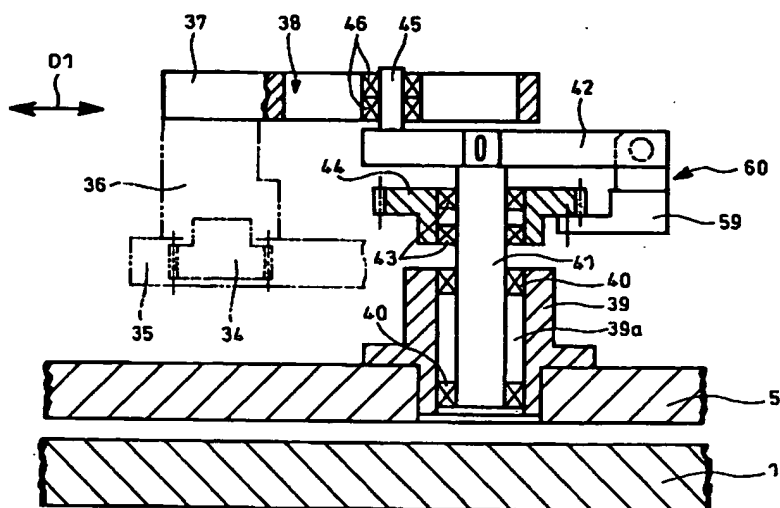
【図8】



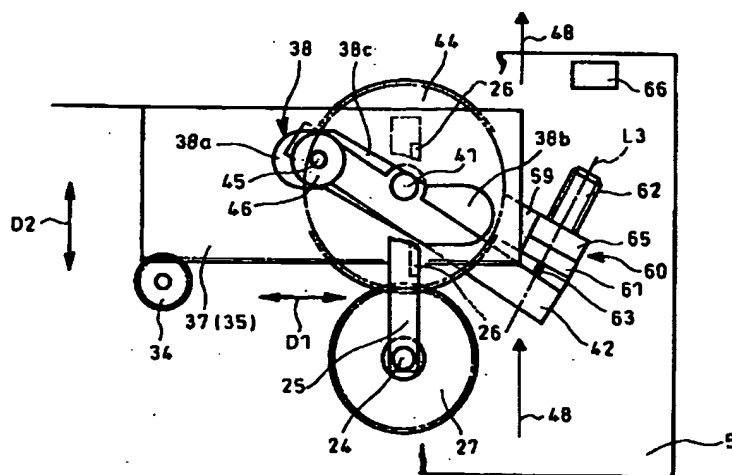
【図16】



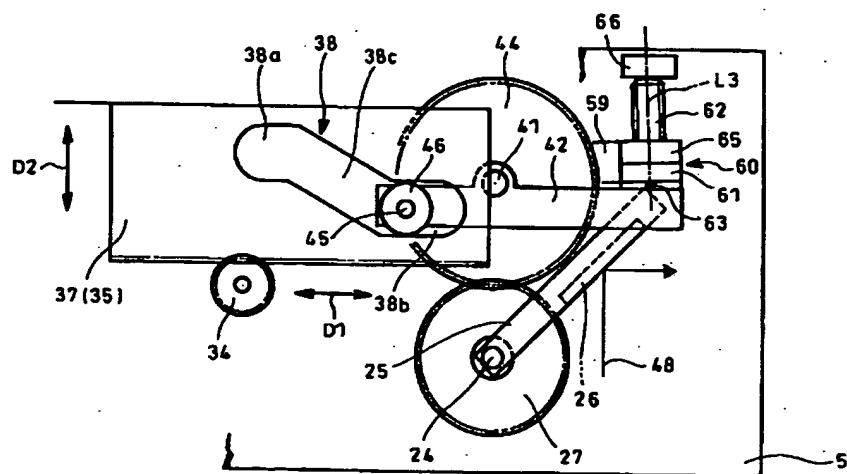
【図9】



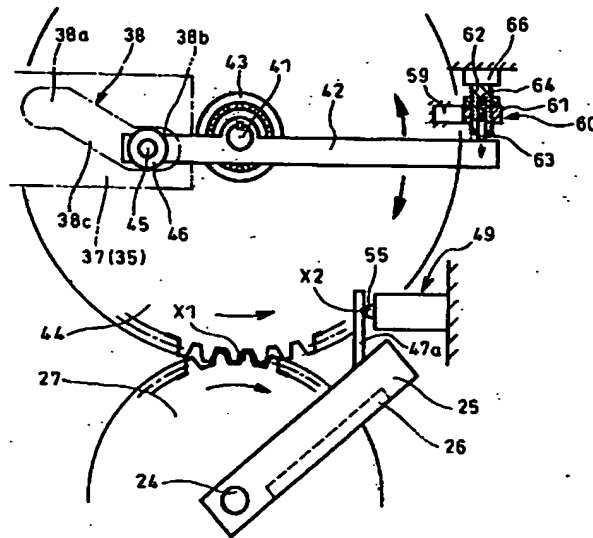
【図10】



【図11】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 福富 誠二  
東京都江東区豊洲三丁目1番15号 石川島  
播磨重工業株式会社東京エンジニアリング  
センター内

Fターム(参考) 2H041 AB14 AC01 AZ02  
4E068 CA05 CB05 CD04 CD12  
5F072 JJ09 YY06